

多様な目的の移動・滞留の再現を目的とした 歩行空間生成方法の提案

一瀬 恭平¹, 小宮 粹史², 花房 比佐友³, 堀口 良太⁴

¹ 非会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ 技術部開発課
(〒101-0052 東京都千代田区小川町 3-10)

E-mail: ichinose@i-transportlab.jp

² 非会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ 技術部開発課

E-mail: komiya@i-transportlab.jp

³ 会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ 技術部

E-mail: hanabusa@i-transportlab.jp

⁴ 会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ 代表取締役

E-mail: r.horiguchi@i-transportlab.jp

官民で取り組まれているスマートシティの実現には「新しい価値創造」が重要である。土木計画学の分野においても、人の流動実態把握などが取り組まれている。本研究では、市街区スケールの空間デザインなどが人の流動に与える影響を再現し、移動・滞留空間の品質を評価できるシミュレーションモデルの開発を目的とする。本稿では、群衆エージェントシミュレーション「Smart Crowd」を基盤に、市街区スケールでの流動を再現するモデル開発について、特に基盤地図情報の活用を検討し、歩行空間を構成するための情報がない場合における、歩行空間を作成する手法の提案を行った。作成した歩行空間は、同一 OD でも歩行者によって異なる経路を移動することを確認し、歩行空間が正しく形成されていることを確認した。今後は回遊や滞留などについて実装を検討していく。

Key Words: crowd simulation, walking space, pedestrian, excursion

1. はじめに

現在、官民で積極的に取り組まれているスマートシティの実現には、ICT を活用して人口減少、高齢化、災害多発、感染症リスクなどの様々な社会課題を解決し、安全・安心、経済活性化、賑わい創出といった「新しい価値創造」が重要であり、土木計画学の分野においても、都市内での人の流動実態把握や、回遊性の向上を目指した多くの取り組みがみられる。

本研究は、市街区スケールの空間デザインや歩行者交通マネジメントが人の流動・回遊に与える影響を再現し、移動・滞留空間としての品質を評価できるシミュレーションモデルの開発を目的としている。近年の ICT の発達により、携帯端末の GPS ログや行動ログから時空間的に大規模な人流把握技術が利用できるようになっている。しかしながら、個人情報保護の観点から、これらのデータを様々な立場の関係者が自由な目的で分析、活用する

環境を構築することは難しく、目的が限定されたサンプリングの行動データだけでは限界があることは否めない。また、カメラ画像処理で人の流動を把握する技術も活用されているが、市街区スケールですべての場所をカバーする流動の把握は現実的ではない。従って、これらのデータとシミュレーションモデルを融合させ、市街区スケールで全数での人の流動を再現し、さらに様々な施策による人流の変化を予測できるツールには、一定の価値が認められよう。

本研究の実現に向けては、人流データとシミュレーションモデルの融合、都市圏での交通行動データとの連係、空間デザインと歩行者行動のモデル化といった、様々な課題への取り組みを行っている。そのうち、本稿では、メルボルン大学で開発されている群衆エージェントシミュレーションモデル「Smart Crowd¹⁾」をベースに、市街区スケールでの歩行者の自由な回遊や滞留を再現するモデル開発について、特に国土交通省が提供する基盤地図

情報の活用について報告する。

以下では Smart Crowd の概要、基盤地図情報を用いたシミュレーションデータ作成、およびプロトタイプシミュレーションの実行結果を報告する。

2. 歩行者エージェントシミュレーションモデルの概要

これまでもミクروسケールでの歩行者シミュレーションは、多くの商用ソフトウェアが提供されている。例えば、Oasys が提供する群衆シミュレーションモデル MassMotion²⁾は、歩行者モデルに人工知能を与えることで、混雑状況や距離に応じたルートを選定することを可能とし、CAD などの様々なソフトから 3D モデルをインポート可能である点などを特徴として挙げている。また、A&A が提供する SimThread³⁾は、設計ソフトである Vectorworks のプラグイン機能として、施設の避難シミュレーションから都市空間計画のシミュレーションに利用されている。しかしながら、これらに限らず、多くの場合、建物からの退出や避難、あるいは鉄道駅構内での乗り換えのような単純な移動目的での流動の評価が主体であり、本研究がねらう多様な目的での移動や滞留の表現については、どこまで考慮されているのか明らかではない。そのため、本研究では、自社で開発が可能な群衆エージェントシミュレーションとして Smart Crowd を用いて市街区スケールでの人流流動予測ツールの開発を行っている。Smart Crowd は Unity をベースに開発されており、歩行空間ネットワークと歩行者行動のモデリング、シミュレーション計算、分析・可視化ツールが統合されたパッケージである。当初は建物からの退出・避難のような単純な目的での移動をターゲットとして開発されていたが、我々を含む共同研究グループで、多様で自由な移動や滞留を表現できるよう、モデルの拡張に取り組んでいる。

多様な目的での移動や・滞留を考えるためには、歩行空間のプランニングが必要になる。Smart Crowd では、歩行空間における経路選択モデルとして 2 段階のプランニングを行っている。歩行空間は Room と呼ばれる空間が Gate と呼ばれる通過可能な門によって接続されることで構成されている。Smart Crowd の経路選択モデルのフローを図 1 に示す。経路選択モデルは、グローバルガイダンスとローカルガイダンスで構成されている。グローバルガイダンスは Room をノード、Gate をリンクとして形成された経路探索ネットワークにより、目的地までの Room 単位の大まかな経路を決定する。ローカルガイダンスは、Room 内における柱などの障害物に設定されている歩行空間上のポテンシャル値(目的地や距離に応じた斥力・引力に関わるコスト)、ほかの歩行者との位置関係を基に進行方向や次の Room への歩行経路を逐次決

定している。そのため、Smart Crowd では歩行空間の構成が重要である。

3. ネットワークの作成手法

本研究では歩行空間ネットワークモデル作成のため、国土地理院が提供する基盤地図情報を用いてネットワークを作成した。

対象の地域を図 2 示す。対象範囲を東京都千代田区的神保町駅前から駿河台下交差点前までの靖国通りの歩道とし、その範囲の歩行空間ネットワークの切り出しを行った。切り出した基盤地図情報を図 3 に示す。

図 3 に示した基盤地図情報は、道路空間をポリゴン形状で表している。しかしながら、これらは道路の形状のみを表したものであり、道路の属性や歩道・車道を分けたものではない。そのため、この状態のまま Smart Crowd の歩行空間へのインポートはできないため、図 3 の道路形状から歩道空間を推定し、Smart Crowd で歩行空間として扱える形状データに変換する必要がある。

(1) 境界データの生成

Smart Crowd では、歩行者が移動可能な領域を明示するため、境界データを定義する。

図 3 は基盤地図情報にある道路境界を示したポリゴンデータである。本稿では道路境界から道路中心線方向に 3m の範囲までを歩道とみなしてポリゴンを構成する折れ線を拡張処理し、歩行空間を抽出した。抽出結果を図 5 に示す。また、基盤地図情報は緯度経度で表現されるが、Smart Crowd では数学座標系での実装であるため、平面直角座標系に変換した。

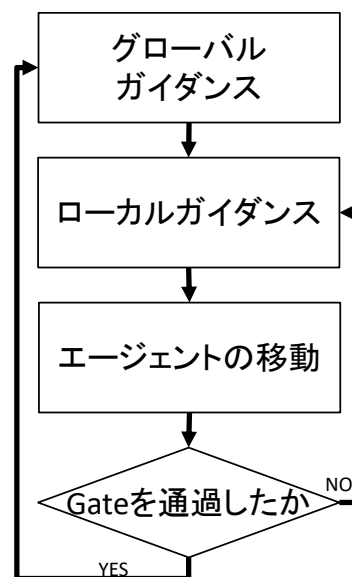


図 1 Smart Crowd における経路選択モデル



図2 対象地域(東京都千代田区)

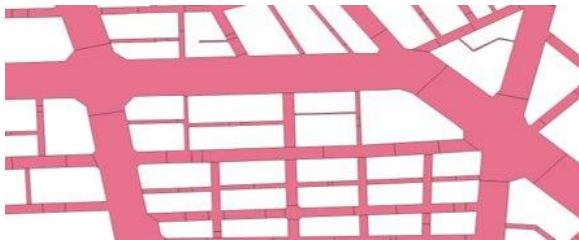


図3 基盤地図情報

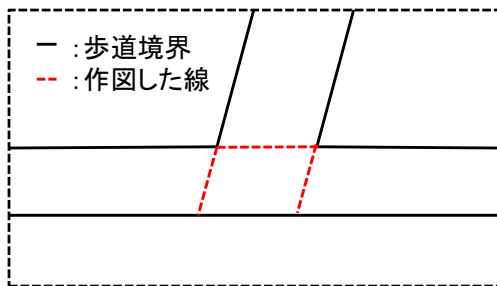


図4 Gate 生成方法提案手法

(2) Room データの生成

Smart Crowd 上で歩行空間を作成するためには、Room を作る必要がある。しかしながら、基盤地図情報にはそれらを作るための情報がないため、Smart Crowd における Room を構成するために Gate の位置を設定、作成する仕組みが必要になる。

Gate の生成方法案について図解したものを図4に示す。図中黒線の様な歩道境界(丁字路)があるとする。それぞれの歩道境界から同方向ベクトルへ別の歩道境界と交差するまで図中赤破線のように延長する。延長した線を Gate として扱うことで Room を作成することとする。

(3) Smart Crowd へのインポート

(1) で作成した境界データを Smart Crowd のデータとしてインポートする。そのため、Smart Crowd が読み込める xml 形式に変換するプログラムを作成した。変換する際、境界データを Smart Crowd 上における Wall として扱ってインポートを行った。

xml 形式に変換したことで Smart Crowd にインポートは可能となったが、図5の線形データをそのまま変換しただけだと、Room を作成するために必要である Gate の生

成が出来ず、Smart Crowd の歩行空間の構成としては不十分である。そのため、Gate を追加することで Room を作成した。加えて、これら手順で作成した境界データでは横断歩道の再現が出来なかったため、新規で追加した。変換した歩行空間を図6に示す。

(3) シミュレーション条件

シミュレーション条件を表1示す。なお、初期歩行者数は、シミュレーション開始時に歩行者発生地点に現れる歩行者の人数である。

この条件のもとシミュレーションを実行し、神保町駅付近から駿河台下交差点南側までを移動する歩行者の経路選択の軌跡を確認する。

4. シミュレーション実行結果

前章の条件でシミュレーションを実行し、各エージェントの移動軌跡を図8に示し、同軌跡のヒートマップを図9に示す。エージェントの移動軌跡が神保町駅前から横断歩道を渡るルートと渡らないルートで分かれており、基盤地図情報から Smart Crowd の歩行空間が正常に作成されていることが分かる。しかしながら、図8右図の下

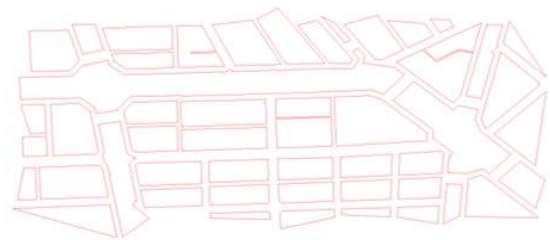


図5 歩行空間抽出結果

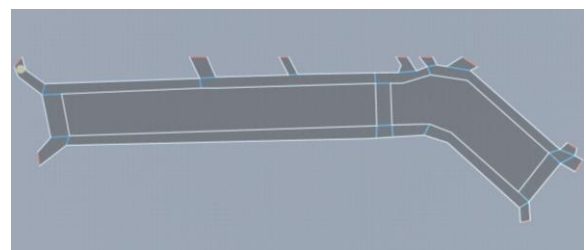


図6 Smart Crowd 上で生成した歩行空間

表1 シミュレーション条件

歩行者発生地点	1[箇所]
初期歩行者数	90[人/箇所]
歩行者速度	1.5[m/s]

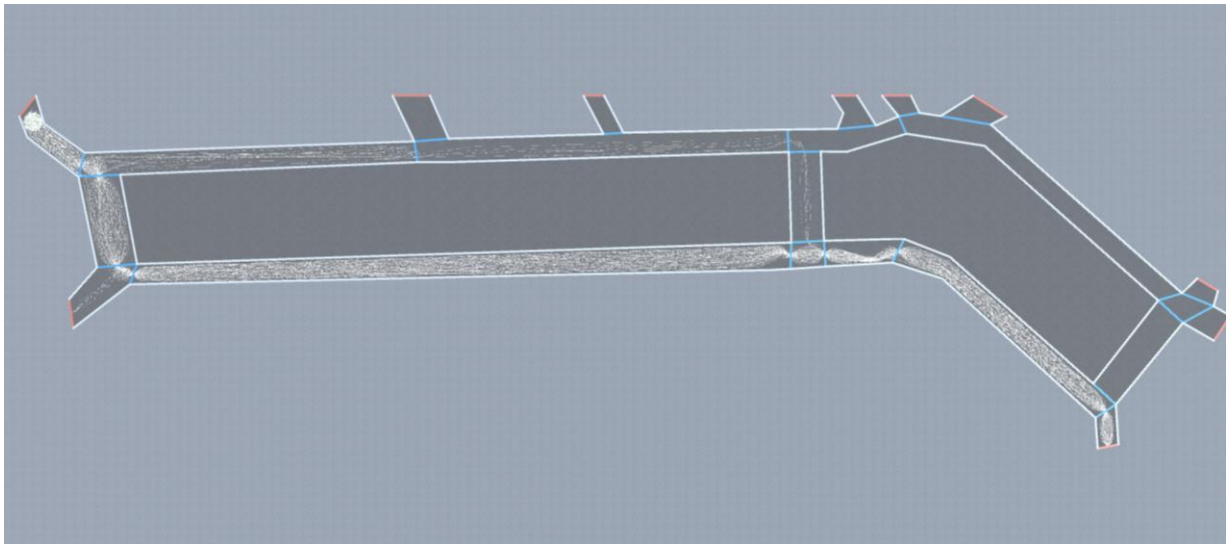


図7 エージェントの移動軌跡

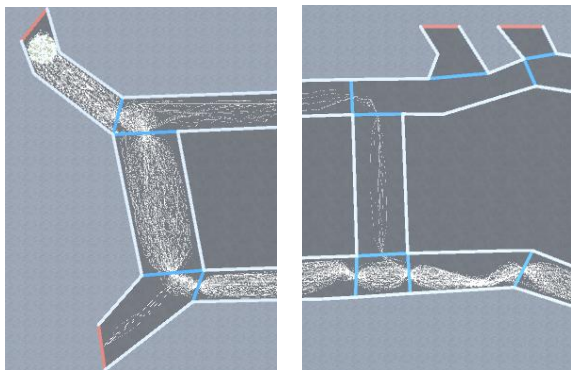


図8 交差点付近における移動軌跡

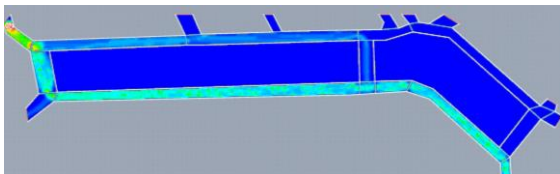


図9 エージェントのヒートマップ

側の通路の様に不自然な移動軌跡も確認された。ちらの原因は明らかになっていない。今後、この原因について調査を行う。

5. まとめ

多様な目的の移動や滞留の再現を目的としたシミュレーションモデルの開発を行うため、国土交通省が提供する基盤地図情報を使用し、SmartCrowd上に歩行空間の生成を行った。

生成した歩行空間上にて単一 OD でエージェントを移動させるシミュレーションを行い、行動選択モデルによ

る経路分割が行われていることを確認した。

今後 Smart Crowd の機能を拡張し、人流把握については、人流の全量を推計するための仕組みの提案・評価を行う。群衆の移動状況の再現性について、回遊や滞留の実装を進め、バス停での滞留や、信号待ちでの滞留、沿道施設への立ち寄り挙動などの機能を追加、検証を行っていく。

謝辞：本研究は、国立研究開発法人情報通信研究機構の「ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発 課題Cアフターコロナ社会を形成する ICT 副題：多様な都市活動を支援する予測情報共有型時空間リソース有効活用技術の研究開発」（採択番号 222C02）の成果である。また、Smart Crowd のモデル開発にあたっては、豪メルボルン大学 Majid Sarvi 教授と研究室スタッフから多くの支援を得た。関係者各位に深く謝意を表す。

参考文献

- 1) Smart Human AI : Smart Crowd Model , <https://www.smarthumanai.com/static-model>
- 2) Oasys : Crowd Simulation Software: MassMotion , <https://www.oasys-software.com/products/massmotion/>
- 3) A&A : SimTread , <https://www.aanda.co.jp/products/simtread/>
- 4) 国土交通省 国土地理院 : <https://www.gsi.go.jp/kiban/>

(Received ?)

(Accepted ?)

A proposal for Building Method of Pedestrian Space for Crowd Simulation to Reproduce the Various Behaviors

Kyohei ICHINOSE, Tadashi KOMIYA, Hisatomo HANABUSA and Ryota Horiguchi

“New value creation” is important for the realization of smart cities, which are being worked on by the public and private sectors. In the field of civil engineering planning as well, efforts are being made to understand the flow of people. The purpose of this research is to develop a simulation model that reproduces the effects of urban area-scale space design on the flow of people, and that can evaluate the quality of moving and staying spaces. In this paper, based on the crowd agent simulation "Smart Crowd", the development of a model that reproduces the flow on the scale of the city block, especially the utilization of the base map information, and when there is no information to configure the walking space, We proposed a method to create a walking space. It was confirmed that the created walking space is correctly formed by confirming that the pedestrians move on different routes even if they have the same OD. In the future, we will consider implementing measures such as excursion and retention.